

中国古生物志

总号第 156 册 新乙种第 13 号

中国科学院 南京地质古生物研究所 编辑
古脊椎动物与古人类研究所

西南地区下奥陶统的笔石

穆恩之 葛梅钰 陈 旭 倪寓南 林尧坤 著

(中国科学院南京地质古生物研究所)



科学出版社

内 容 简 介

本书是属我所《西南地区古生物群》研究成果的一部分,是关于西南地区早奥陶世笔石动物群的研究总结。系统地描述了西南地区下奥陶统的笔石 34 个属及亚属、260 个种和变种,其中 1 个新属、120 个新种和新变种,有不少的属种在我国尚系初次描记。对各属种的分类和演化等方面的意义进行讨论,分析了笔石动物群的性质。在书中选用的 10 个系统剖面的基础上,建立了西南地区下奥陶统的 12 个笔石带(包括 3 个亚带),并与华南区的笔石带相对比,作为我国华中-西南区(简称华中区)笔石带的代表。它和华南区、华北区的笔石动物群均不相同,代表另一种类型,即“华中型笔石动物群”。这个笔石动物群除了一些地区性的属种外,与“欧洲笔石动物群”(或称大西洋笔石动物群)比较接近。所谓“欧洲笔石动物群”的特产“上层下垂对笔石”与所谓“太平洋笔石动物群”的“下层下垂对笔石”在西南地区同时出现,是非常重要的发现。解决了长期争论不休的两层下垂对笔石的对比问题。西南地区下奥陶统笔石带的建立,对于我国奥陶系的对比,尤其是华北区与华南区奥陶系的对比,起了极其重要的作用,也为世界各大洲间奥陶纪地层的对比,提供了重要依据。全书附 48 幅图版。

中 国 古 生 物 志

总号第 156 册 新乙种第 13 号

中国科学院南京地质古生物研究所 编辑
古脊椎动物与古人类研究所

西南地区下奥陶统的笔石

穆恩之 葛梅钰 陈 旭 倪寓南 林尧坤 著
(中国科学院南京地质古生物研究所)

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
1979 年 6 月第一次印刷 印张: 12 1/4
精 1—3,700 插页: 精 27 平 25
印数: 平 1—1,900 字数: 285,000

统一书号: 13031·979

本社书号: 1381·13—16

定 价: 精装本 3.80 元
平装本 3.00 元

目 次

一、前言	(1)
二、西南地区下奥陶统笔石带的划分与对比	(3)
三、西南地区早奥陶世笔石动物群的性质	(13)
四、有关笔石分类的几个问题	(15)
(一) 管树笔石科与奇管笔石科	(15)
(二) 毛茎笔石科和刺笔石科	(15)
(三) 中国笔石科	(15)
(四) 心笔石科	(16)
(五) 隐笔石科	(18)
五、种的描述	(19)
树形笔石目	(19)
管笔石目	(41)
正笔石目	(45)
无轴亚目	(45)
隐轴亚目	(115)
有轴亚目	(132)
西南地区下奥陶统笔石的地质分布表	(140)
主要参考文献	(152)
种属索引	(154)
外文摘要部分	(157)
图版及说明	

西南地区下奥陶统的笔石

穆恩之 葛梅钰 陈 旭 倪寓南 林尧坤

(中国科学院南京地质古生物研究所)

一、前 言

1970—1972 年间, 燃化部、国家计委地质局和中国科学院共同组织西南地质综合研究大队, 对西南地区的碳酸盐地层进行系统的研究。本所参加了西南地区地层的划分与对比及其古生物群的研究工作。在大队党组织的统一领导下, 与兄弟单位的同志共同完成西南地区碳酸盐地层的调查任务, 积累了大量的地层古生物资料。自 1973 年起, 在室内工作的基础上结合以前的资料进行了地层及古生物的阶段总结, 本文是属我所《西南地区古生物群》研究成果的一部分。

西南地区下奥陶统的笔石, 已有四十余年的研究历史(孙云铸, 1933; 许杰, 1934, 1948)。解放以后随着大规模地质工作的开展, 为西南地区下奥陶统的笔石积累了大量材料, 其中一部分已作了描述(穆恩之, 1955; 李积金, 1961; 李积金、陈旭, 1962)。所描述的笔石以树形笔石居多。1964 年陈旭、林尧坤描述了黔北下奥陶统的少数笔石(张文堂等,《黔北古生代化石图谱》)。1965 年陈旭、夏伦煜描述了四川峨眉山等地的下奥陶统笔石(中国科学院地质古生物研究所等,《四川峨眉山、威远及城口下古生界地层简报及化石图谱》, 简称《峨眉山图谱》)。同年葛梅钰、倪寓南描述了四川城口的下奥陶统笔石(中国科学院地质古生物研究所等,《四川城口下古生界地层简报及化石图谱》, 简称《城口图谱》)。其中大量下层下垂对笔石是比较突出的。本文描述的材料, 是来自川、黔、鄂、陕、滇等省的数十个地点。其中系统采集的有 20 余个剖面。有些已在《峨眉山图谱》及《城口图谱》中简单描述, 少数种属已在《西南地区地层古生物手册》中发表。

本文共描述下奥陶统的笔石 34 个属及亚属, 260 个种及变种。其中, 一个新属 120 个新种及变种。树形笔石目以 *Dictyonema* 与 *Acanthograptus* 为主, 无轴正笔石以 *Didymograptus* 占主导地位, 隐轴正笔石以 *Phyllograptus* 最为显著, 有轴正笔石以 *Glyptograptus* 为最多。管笔石目在我国发现还是首次, 另外 *Thallograptus*, *Medusaegraptus*, *Radiograptus*, *Mimograptus*, *Kinnegraptus*, *Holmograptus* 等都是在我国初次发现。事实说明, 西南地区下奥陶统的笔石丰富多彩。本文对这个笔石动物群的性质进行了分析, 同时对几个笔石科的分类问题作了讨论。通过对这些笔石的详细研究, 西南地区早奥陶世笔石动物群的面貌已经有了基本轮廓, 笔石动物群的序列也基本建立起来, 成为华中型笔石动物群的代表。

因为奥陶系最早是在英国建立的, 一向都以英国奥陶系作为对比标准。但英国奥陶

系发育不全,六个所谓“阶”(Series)的分界线变动频繁,不便应用。我们用我国自己的分层(穆恩之,1974)作为时代对比的标准,从而建立了西南地区的奥陶系笔石带。

西南地区下奥陶统笔石的描述和笔石带的建立,对于我国奥陶纪地层的划分与对比起着重要作用。同时对我国奥陶系的分统建阶提供了可靠的基础。关于地层方面详见《西南地区碳酸盐生物地层》中的奥陶系部分,本文只简要介绍下奥陶统笔石带的划分与国内外的对比。

本文承周思三、邓东兴同志照相,杨荣庆、徐宝瑞同志清绘图件,就此志谢。

二、西南地区下奥陶统笔石带的划分与对比

西南地区下奥陶统的笔石动物群经过多年研究,对于笔石带的划分已经做了不少工作。最近根据一些新材料的发现和对一些笔石的进一步详细研究,对于本地区下奥陶统的笔石带进行了补充修订。西南地区下奥陶统笔石系统采集的剖面很多,限于篇幅,这里选择几个比较系统的有代表性的剖面列举其笔石名单进行分析。剖面顺序都是自上而下的。

1. 湖北宜昌分乡剖面的笔石 (1957 年王钰、穆恩之、李积金、葛梅钰采)

- WM17: *Tetragraptus harti* T. S. Hall, *Glyptograptus sinodentatus venustus* Mu (var. nov.), *Ezigraptus nanus* Mu (gen. et sp. nov.), *E. clavus* Mu (gen. et sp. nov.), *E. uniformis* Mu (sp. nov.), *Glyptograptus sinodentatus* Mu et Lee, *G. sinodentatus minor* Mu.
WM16: *Pseudotrigraptus ensiformis* (Hall), *Exigraptus clavus* Mu (sp. nov.).
WM13: *Tetragraptus quadribrachiatus* (Hall).
WM12: *Tetragraptus quadribrachiatus* (Hall).
WM12b: *Tetragraptus woodae* Ruedemann.
WM12a: *Azygograptus lapworthi* Nicholson.
WM7: *Medusaegraptus sinicus* Ge (sp. nov.), *Acanthograptus sinensis* Hsü, *A. sinensis ituensis* Hsü, *A. cf. flexiramiatus* Hsü.
WM5: *Thallograptus nanus* Ge (sp. nov.).
WM4: *Acanthograptus sinensis fenhsiangensis* Hsü, *A. sinensis ituensis* Hsü, *A. bifurcus* Hsü, *A. intermedius* Mu, *A. cf. flexiramiatus* Hsü, *Callograptus dendriticus* Lin (sp. nov.).
WM2: *Dictyonema asiaticum* Hsü, *D. sp. D.*, *Clonograptus?* sp..

这个剖面的 WM 17-WM 12a 属于大湾组,部分笔石曾由李积金 (1961) 描述,计有下列种属:

- WM17: *Pseudotrigraptus ensiformis* (Hall).
WM14: *Phyllograptus angustifolius* Hall, *P. ilicifolius* Hall, *Didymograptus lofuensis* Lee, *D. asperus* Harris et Thomas, *D. nicholsoni* Lapworth, *Azygograptus suecicus* (Moberg).
WM12b: *Tetragraptus amii* Lapworth, *T. reclinatus* Elles et Wood, *T. bigsbyi*, *T. serra* (Brongniart), *T. sp. A.* Lee.
WM12a: *Azygograptus suecicus* (Moberg).

大湾组上部 (WM 17-WM 16) 称 *Glyptograptus sinodentatus minor* 带,下部 (WM14-WM12a) 称 *Azygograptus suecicus* 带,中部为含头足类的灰岩,通称“中灰岩”,或 *Protocycloceras* 带。最近宜昌黄花场大湾组顶部 *Glyptograptus austrodentatus* cf. *americanus* 的发现 (ACC 335)¹⁾,证明大湾组上部相当宁国页岩的 *Didymograptus hirundo* 带,过去误认为大湾组的中上部相当于英国的兰威恩 (Llanvirn),是因为将 *Azygograptus suecicus* 带与英国的 *Didymograptus hirundo* 带相对比的缘故(穆恩之, 1959)。经过杰克逊 (Jackson) 的详细研究证明,在英国 *Azygograptus suecicus* 带不是象艾丽斯 (Elles, 1925) 一再强调的那样是 *D. hirundo* 带的标准化石,而是限于 *D. hirundo* 带之下的 *D. extensus* 带的中上部的重要化石。与华南区笔石地层的标准分层相对比,本区 *Azygograptus suecicus* 带相当于“宁四” *Didymograptus abnormis* 带。大湾组的“中灰岩”大致相当“宁五”。*Glyptograptus*

1) 李积金等在分乡大湾组顶部也发现 *G. austrodentatus*。

sinodentatus minor 带中有 *G. sinodentatus* 以及它的几个变种,可以改称为 *G. sinodentatus* 带,相当“宁六”。*G. austrodentatus* 带则为“宁七”。

上列剖面的 WM 7-WM 2 属于分乡组,称为 *Acanthograptus sinensis* 带。过去许杰(1948)、穆恩之(1955)曾经描述过宜都及长阳这个笔石带的不少笔石。分乡组以下的南津关组笔石极少,孙云铸(1933)曾描述过宜昌南津关的一种笔石 *Callograptus salteri* Hall。另外,本文描述的巴东思阳桥南津关组上部的 *Bryograptus tintinniformis* Ge. (新种)是较为重要的,可以作为西南地区新厂期中期(X2)的代表。

2. 四川城口杨家坝剖面的笔石 (1965 年朱兆玲、葛梅钰、许汉奎、袁克兴等采)

- CF-I-169: *Glyptograptus* ex. gr. *austrodentatus* Harris et Thomas, *Phyllograptus elegans* Gel.
CF-I-165: *Aulograptus leeszukuangi* (Hsü).
CF-I-157: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. lapworthi* Nicholson, *A. fluitans* Ge (sp. nov.), *A. undulatus* Chen et Xia, *Phyllograptus rotundatus* Monsen, *P. uniformis* Ge (sp. nov.), *P. regularis lanceolatus* Ge (var. nov.), *P. ampulaceus* Ge (sp. nov.), *P. angustifolius* Hall, *P. acuminatus* Chen et Xia (sp. nov.), *P. tumidus* Ge (sp. nov.), *P. regularis* Monsen, *P. ilicifolius glaber* Monsen, *P. anna longus* Ruedemann, *P. anna ultimus* Ruedemann.
CF-I-155: *Azygograptus* cf. *lapworthi* Nicholson, *A. fluitans* Ge (sp. nov.).
CF-I-154: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. undulatus* Chen et Xia, *A. lapworthi* Nicholson, *A. fluitans* Ge (sp. nov.).
CF-I-153: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. fluitans* Ge (sp. nov.), *A. lapworthi* Nicholson, *A. cf. lapworthi* Nicholson, *A. eivonicus* Elles, *A. undulatus* Chen et Xia, *Phyllograptus angustifolius* Hall.
CF-I-152: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. lapworthi* Nicholson, *A. undulatus* Chen et Xia.
CF-I-150: *Azygograptus* sp., *Phyllograptus anna* Hall, *P. anna longus* Ruedemann.
CF-I-149: *Azygograptus eivonicus* Elles, *A. lapworthi* Nicholson, *A. undulatus* Chen et Xia, *A. fluitans* Ge (sp. nov.), *Schizograptus sinicus* Ge, *Dichograptus?* sp..
CF-I-145: *Azygograptus eivonicus* Elles, *Tetragraptus crucialis* Salter.
CF-I-144: *Azygograptus suecicus* Moberg.
CF-I-143: *Azygograptus suecicus* Moberg.
CF-I-142: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. undulatus* Chen et Xia, *A. fluitans* Ge (sp. nov.), *Schizograptus sinicus* Ge, *S. chengkouensis* Ge (sp. nov.), *Didymograptus* cf. *simulans* Elles et Wood, *Tetragraptus crucialis* Salter, *Mimograptus reclinatus* Ge (sp. nov.), *Phyllograptus angustifolius* Hall, *P. cylindrus* Ge (sp. nov.).
CF-I-141: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. fluitans* Ge (sp. nov.), *A. lapworthi* Nicholson, *Phyllograptus typus* Hall, *P. ilicifolius grandis* Elles, *P. sinicus* Ge, *P. cylindrus* Ge (sp. nov.), *Tetragraptus crucialis* Salter, *Schizograptus sinicus* Ge (sp. nov.).
CF-I-137: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. eivonicus* Elles, *A. lapworthi* Nicholson, *Mimograptus dubius* Ge (sp. nov.), *Phyllograptus sinicus* Ge, *P. typus* Hall, *P. cylindrus* Ge (sp. nov.), *P. rotundatus* Monsen.
CF-I-136: *Didymograptus kurecki* Törnquist, *D. scanicus* Tjervik, *D. mirificus* Ni (sp. nov.), *D. undatus* Ni (sp. nov.), *Phyllograptus uniformis* Ge (sp. nov.), *P. regularis lanceolatus* Ge (sp. nov.).
CF-I-135: *Didymograptus protobifidus* Elles, *D. approximatus* Ni (sp. nov.), *Phyllograptus ilicifolius* Hall.
CF-I-134: *Didymograptus aequabilis* Chen et Xia (sp. nov.), *D. kurecki* Törnquist, *D. nicholsoni apartus* Monsen, *D. undatus* Ni (sp. nov.), *Phyllograptus angustifolius* Hall, *P. uniformis* Ge (sp. nov.).
CF-I-133: *Didymograptus protobifidus* Elles, *D. cf. flagellifer* Tullberg, *D. wudangensis* Chen (sp. nov.).
CF-I-132: *Didymograptus nicholsoni* Lapworth, *D. nicholsoni apartus* Monsen, *D. affinis* Nicholson, *D. exilis* Ni (sp. nov.), *D. mirificus* Ni (sp. nov.).
CF-I-131: *Didymograptus bifidus* (Hall), *D. sichuanensis* Ni (sp. nov.).
CF-I-130: *Didymograptus diapason* Chen et Xia (sp. nov.), *Phyllograptus anna* Hall, *P. chengkouensis* Ge (sp. nov.), *P. rotundatus* Monsen, *P. densus* Törnquist, *P. minor* Ge (sp. nov.), *P. folium*

Ge (sp. nov.).

CF-I-128: *Didymograptus intertextus* Ni (sp. nov.), *D. minutus* Törnquist, *D. sichuanensis* Ni (sp. nov.), *D. parallelus* Chen et Xia (sp. nov.), *D. nobilis* Chen et Xia (sp. nov.), *D. cf. protoindentus* Monsen, *D. diapason* Chen et Xia (sp. nov.), *D. protoartus* Decker.

CF-I-125: *Didymograptus sichuanensis* Ni (sp. nov.), *D. minutus* Törnquist.

CF-I-124: *Didymograptus intertextus* Ni (sp. nov.), *D. parallelus* Chen et Xia (sp. nov.).

CF-I-123: *Didymograptus eobifidus* Chen et Xia, *D. subtilis* Chen (sp. nov.), *D. cf. cognatus* Harris et Thomas, *D. bifidus* (Hall), *D. intertextus* Ni (sp. nov.), *D. approximatus* Ni (sp. nov.), *D. striphnos* Ni (sp. nov.), *D. cf. protogeminus* Decker, *D. weiyuanensis* Chen et Xia (sp. nov.), *D. wudangensis* Chen (sp. nov.), *D. cf. nobilis* Chen et Xia, *D. protoartus* Decker, *D. parallelus* Chen et Xia (sp. nov.), *D. aequabilis* Chen et Xia (sp. nov.).

CF-I-122: *Didymograptus scanicus* Tjervik, *D. cf. inflexus* Chen et Xia, *D. aequus* Ni (sp. nov.), *D. aequabilis* Chen et Xia (sp. nov.).

CF-I-120: *Didymograptus nicholsoni* Lapworth.

CF-I-119: *Didymograptus nicholsoni planus* Elles et Wood.

CF-I-118: *Didymograptus nicholsoni planus* Elles et Wood, *D. nicholsoni cf. planus* Elles et Wood, *D. cf. sinensis* Lee et Chen, *D. saukros* Ni (sp. nov.).

上列剖面 CF-I-169-165 属于 *Glyptograptus austrodentatus* 带, CF-I-157-137 属于 *Azygograptus suecicus* 带, CF-I-136-132 属于 *Didymograptus protobifidus*-*Phyllograptus uniformis* 亚带, CF-I-131-125 属于 *D. sichuanensis*-*Phyllograptus densus* 亚带, CF-I-124-118 属于 *Didymograptus eobifidus* 亚带。此处 *G. austrodentatus* 带中出现 *Aulograptus leezukuangi* (Hsü) (= *Holmograptus? orientalis* Mu), 与浙西皖南“宁七”的情况相同。这种笔石产于“宁七”,也可上延到“宁八”。

此处大量下层下垂对笔石和叶笔石的出现是很重要的。*D. eobifidus* 带 *D. sichuanensis*-*P. densus* 带和 *D. protobifidus*-*P. uniformis* 带在其他地区出现不全,为 *D. deflexus* 带所代替。因此,这三个带可作为 *D. deflexus* 带的三个亚带。*P. densus* 的出现,可与北欧的“下对笔石页岩”直接对比。*D. protobifidus* 与 *D. bifidus* 的出现,说明大致与北美的 *D. protobifidus* 带及 *D. bifidus* 带相当。华南区的下层下垂对笔石尚未详细研究,统称为 *D. “protobifidus”* 带,大致可与这三个下垂对笔石带或 *D. deflexus* 带相对比,属于“宁三”。此处 *D. eobifidus* 带的底部出现 *D. cf. sinensis* Lee et Chen 及 *D. saukros* Ni 等,可能代表 *D. filiformis* 带(宁二)。

3. 陕西宁强赵家坝剖面的笔石 (1967 年俞昌民、刘第塘、陈旭、李蔚穰、王俊庚采)

ABY95: *Didymograptus cf. vatulus* (Hall).

ABY93: *Glyptograptus austrodentatus* Harris et Keble.

ABY90: *Didymograptus aorangiensis* Keble et Bensen, *D. cf. hirundo* Salter.

ABY86: *Azygograptus undulatus* Chen et Xia.

ABY82: *Azygograptus undulatus* Chen et Xia.

ABY80: *Didymograptus inflexus* Chen et Xia (sp. nov.), *D. aequabilis* Chen et Xia (sp. nov.).

ABY79: *Didymograptus aequabilis* Chen et Xia (sp. nov.).

ABY78: *Didymograptus aequabilis* Chen et Xia (sp. nov.), *D. parvus* Chen et Xia (sp. nov.).

ABY75: *Didymograptus weiyuanensis* Chen et Xia (sp. nov.).

ABY73: *Didymograptus diapason* Chen et Xia (sp. nov.), *D. parallelus* Chen et Xia (sp. nov.), *D. approximatus* Ni (sp. nov.).

上列剖面 ABY 95-93 属于 *Glyptograptus austrodentatus* 带, ABY 90 产 *D. cf. hirundo*, 相当“宁五”, ABY 86-82 属于 *Azygograptus suecicus* 带, ABY 80-73 属于 *Didymograptus deflexus* 带。

这个剖面的 *D. deflexus* 带, *Azygograptus suecicus* 带, 和产 *D. cf. hirun-*

do 的层位属于赵家坝组, *D. deflexus* 带的底部出现下垂对笔石 *Didymograptus eobifidus*。 *Glyptograptus austrodentatus* 带属于西梁寺组下部。在南郑梁山, 西梁寺组下部出现 *Aulograptus leeszukuangi*, 可能属于“宁七” *G. austrodentatus* 带; 西梁寺组中部出现 *Amplexograptus confertus*, 相当“宁八”。

4. 四川长宁双河场剖面的笔石 (1972 年穆恩之、朱兆玲、陈均远、戎嘉余采)

- ACC215i: *Didymograptus stabilis* Elles et Wood, *D. cf. opertus* Ni (sp. nov.), *D. muchisoni* Beek.
ACC215f: *Didymograptus gracilis* Törnquist, *Glyptograptus dashabensis* Mu (sp. nov.), *G. denticulatus* Mu (sp. nov.).
ACC215c: *Ptilograptus mirus* Ni (sp. nov.), *Holmograptus cf. callotheca* (Bulman), *Didymograptus cf. nanus* Lapworth, *D. conflectus* Ni (sp. nov.), *D. pandus* Bulman, *D. acutus* Ekström, *D. changningensis* Ni (sp. nov.), *D. cf. artus* Elles et Wood, *D. stabilis* Elles et Wood, *D. fornicatus* Ni (sp. nov.).
ACC214: *Glyptograptus cf. austrodentatus* Harris et Thomas.
ACC213: *Didymograptus guizhouensis* Chen (sp. nov.), *Glyptograptus ex gr. austrodentatus* Harris et Keble, *G. changningensis* Mu (sp. nov.).
ACC210: *Didymograptus lepidus* Ni (sp. nov.).
ACC206: *Didymograptus deflexus* Elles et Wood.
ACC205: *Didymograptus minutus* Törnquist, *D. exilis* Ni (sp. nov.), *D. opertus* Ni (sp. nov.), *D. cf. canadensis* Ruedemann, *D. columbianus* Ruedemann, *D. sichuanensis* Ni (sp. nov.), *D. meitanensis* Chen (sp. nov.), *D. mammosus* Chen et Xia.
ACC203: *Didymograptus nicholsoni* Lapworth, *D. saukros* Ni (sp. nov.), *D. cf. lepidus* Ni (sp. nov.), *D. filiformis* Tullberg.
ACC193: *Dictyonema tenerum* Ni (sp. nov.).

上列剖面 ACC 215i 属于 *Didymograptus muchisoni* 带, ACC215f-ACC215c 属于 *D. cf. artus* 带, ACC214-ACC213 属于 *Glyptograptus austrodentatus* 带, ACC210 属于 *D. nexus* 带, ACC206-ACC205 属于 *D. deflexus* 带, ACC203 属于 *D. filiformis* 带, ACC193 属于 *Acanthograptus sinensis* 带。

这个剖面是华中-西南区宁国期笔石带发育比较齐全的剖面,除“宁一”为介壳相页岩,“宁四”、“宁五”为砂岩外,从“宁二”到“宁九”都产笔石。两层下垂对笔石的出现,更是突出。在“宁三” *D. deflexus* 带的中部出现下垂对笔石 *D. sichuanensis*, *D. columbianus*, *D. cf. canadensis* 等,在“宁八”和“宁九”又出现大量下垂对笔石如 *D. cf. artus*, *D. stabilis*, *D. muchisoni* 等。在国际上长期争论不休的两层下垂对笔石的对比问题,可从这个剖面得到解决。北美的下垂对笔石层 *D. protobifidus* 带及 *D. bifidus* 带相当我国的“宁三”,是下层下垂对笔石。英国的下垂对笔石层 *D. “bifidus”* 带及 *D. muchisoni* 带相当我国的“宁八”及“宁九”,是上层下垂对笔石。澳大利亚东部的下垂对笔石层 *D. protobifidus* 带相当我国“宁三”,是下层下垂对笔石;澳大利亚西部的下垂对笔石层 *D. artus* 带,相当我国“宁八”,是上层下垂对笔石。北非和南美的下垂对笔石都是上层下垂对笔石。

5. 四川綦江观音桥剖面的笔石 (1963 年许汉奎、陈旭、陈均远、王俊庚采)

- AAE207: *Glyptograptus austrodentatus major* Mu (var. nov.), *G. robustus* Mu (sp. nov.), *G. jijiagensis* Mu (sp. nov.).
AAE213: *Didymograptus cf. uniformis* Elles et Wood.
AAE223: *Didymograptus hirundo* Salter.
AAE233: *Azygograptus cf. suecicus* Moberg.
AAE239: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. undulatus* Chen et Xia, *Phyllograptus uniformis* Ge (sp. nov.), *P. regularis lanceolatus* Ge (var. nov.).
AAE240: *Didymograptus serpens* Monsen.

AAE250: *Didymograptus deflexus* Elles et Wood *D. cf. deflexus* Elles et Wood, *D. inflexus* Chen et Xia (sp. nov.). *D. aequabilis* Chen et Xia (sp. nov.), *D. cf. v-deflexus* Harris, *D. kurcki* Törnquist.

AAE251: *Didymograptus cf. nicholsoni apartus* Monsen.

AAE253: *Didymograptus cf. törnquisti* Ruedemann, *Phyllograptus angustifolius* Hall, *P. acuminatus* Chen et Xia (sp. nov.). *P. regularis fimbrilla* Chen (sp. nov.), *P. uniformis* Ge (sp. nov.).

AAE261: *Didymograptus eobifidus* Chen et Xia, *D. cf. chapmani* Decker.

AAE266: *Didymograptus* ex gr. *artus* Elles et Wood.

AAE283: *Didymograptus saukros* Ni (sp. nov.), *D. stamineus* Chen (sp. nov.), *D. pusillus* Tullberg, *D. cf. törnquisti* Ruedemann.

上述剖面 AAE207 属于 *Glyptograptus austrodentatus* 带(宁七), AAE 213 属于 *Didymograptus nexus* 带(宁六), AAE223 产 *D. cf. hirunde*, 相当“宁五”, AAE 233-239 属于 *Azygograptus suecicus* 带(宁四), AAE240-266 属于 *Didymograptus deflexus* 带(宁三), AAE283 属于 *Didymograptus filiformis* 带(宁二)。

这些笔石带全属于湄潭组。*D. deflexus* 带的下部出现下垂对笔石 *D. eobifidus* 等, 以前统称为 *D. “protobifidus”* (张文堂等, 1964), 一般将 *D. eobifidus* 带与 *D. deflexus* 带分开, 独立成带。此剖面的湄潭“中灰岩”夹较多页岩, 产个别 *D. cf. hirundo* 标本及三叶虫 *Ichangolithus*, 未见头足类 *Protocycloceras*, 其层位相当“宁五”。

6. 贵州桐梓红花园剖面的笔石 (1963 年张文堂、许汉奎、陈旭、王俊庚、林尧坤等采)

AAE351b: *Glyptograptus intersitus* Harris et Thomas, *G. exiguus* Chen et Lin, *G. tungtzuensis* Mu (sp. nov.), *G. spinosus* Mu (sp. nov.), *Amplexograptus intermedius* Mu (sp. nov.).

AAE351a: *Glyptograptus exiguus* Chen et Lin, *Pseudobryograptus parallelus* Mu.

AAE350: *Didymograptus nexus* Wang, *D. cf. patulus* (Hall).

AAE348: *Didymograptus nexus* Wang, *D. mundus* T. S. Hall.

AAE347: *Didymograptus nexus* Wang, *D. nitidus* (Hall), *D. stemmestadi* Monsen, *D. guizhouensis* Chen (sp. nov.), *D. aorangiensis* Keble et Bensen, *D. extensus linearis* Monsen.

AAE346c: *Didymograptus mundus* T. S. Hall.

AAE342: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. undulatus* Chen et Xia.

AAE339: *Didymograptus vacillans* Tullberg, *D. parvus* Chen et Xia (sp. nov.).

AAE336: *Didymograptus eobifidus* Chen et Xia, *D. subtilis* Chen (sp. nov.).

AAE335: *Phyllograptus anna* Hall.

AAE334: *Didymograptus stamineus* Chen (sp. nov.), *D. saukros* Ni (sp. nov.), *D. cf. nicholsoni apartus* Monsen.

上列剖面 AAE351b 产 *Glyptograptus intersitus* 及 *Amplexograptus*, 可能相当 *Amplexograptus confertus* 带(宁八), AAE351a 属于 *Glyptograptus austrodentatus* 带(宁七), AAE350-347 属于 *D. nexus* 带(宁六), AAE346c 产 *D. mundus*, 相当“宁五”。AAE342 属于 *Azygograptus suecicus* 带(宁四), AAE339-335 属于 *D. deflexus* 带(宁三), AAE334 属于 *D. filiformis* 带(宁二)。

AAE351b 属于湄潭组顶部, 产 *Glyptograptus intersitus* 及 *Glyptograptus* 一些新种和 *Amplexograptus* 的新种。*G. intersitus* 在西北区祁连山南坡的石灰沟组的下部出现过, 在澳大利亚是 MO2 的带化石。因此, 这个带可能相当“宁八”即 *A. confertus* 带。其下 AAE351a 出现 *Pseudobryograptus parallelus*, 可能属于“宁七”即 *G. austrodentatus* 带, 但仍有 *G. exiguus*。此处湄潭组中部为砂页岩夹灰岩, 盛产三叶虫 *Taihungshania*, *Ichangolithus* 等, 称为 *Ichangolithus ichangensis* 带(张文堂等, 1964), 只见一种笔石 *Didymograptus mundus*, 其层位应相当于“宁五”。

7. 贵州湄潭五里坡剖面的笔石 (1963 年张文堂、许汉奎、陈旭、王俊庚、林尧坤、袁克兴、戎嘉余等采)

- AAE494: *Didymograptus stemmestadi* Monsen.
AAE493: *Tetragraptus rigidus* Ge.
AAE491: *Tetragraptus reclinatus* Elleš et Wood.
AAE490: *Tetragraptus meijiangensis* Chen (sp. nov.), *T.?* sp., *Didymograptus aorangiensis* Keble et Bensen, *D. alatus* Chen. (sp. nov.), *D. patulentis* Chen (sp. nov.), *D. mundus* T. S. Hall, *Exigraptus nenus* Mu (gen. et sp. nov.), *E. sp.*, *Dictyonema maculare* Chen (sp. nov.).
AAE489: *Glyptograptus sinodentatus minor* Mu, *G. sinodentatus meitanensis* Mu (sp. nov.), *Didymograptus extensus injectus* Chen (sp. nov.), *Tetragraptus?* sp., *Kinnegraptus?* *gracilis* Chen (sp. nov.), *Pseudotrigraptus uniformis* Mu et Lee.
AAE487: *Azygograptus suecicus* Moberg.
AAE486: *Didymograptus deflexus* Elles et Wood, *D. vacillans* Tullberg, *D. inflexus* Chen et Xia, (sp. nov.), *D. aequabilis* Chen et Xia, *D. undatus* Ni (sp. nov.), *D. scanicus* Tjernvik, *D. parvus* Chen et Xia (sp. nov.).
AAE484: *Didymograptus cf. eobifidus* Chen et Xia.
AAE481: *Tetragraptus decipiens* T. S. Hall, *Didymograptus filiformis* Tullberg.
AAE480: *Tetragraptus pendens* Elles.

上列剖面笔石全属湄潭组。AAE494-491 属于 *Glyptograptus austrodentatus* 带, AAE490-489 属于 *G. sinodentatus* 带, AAE487 属于 *Azygograptus suecicus* 带, AAE486-484 属于 *D. deflexus* 带, AAE481 属于 *D. filiformis* 带。

此处湄潭组的“中灰岩”产腹足类 *Maclurites*, *Ecculiomphalus* 等, 其层位居于 *Azygograptus suecicus* 带(宁四)与 *Glyptograptus sinodentatus* 带(宁六)之间, 就其层位看来, 应与大湾组盛产头足类 *Protocycloceras* 等的“中灰岩”相当, 即“宁五”。

8. 贵州思南英武溪剖面的笔石 (1963 年许汉奎、戎嘉余采)

- AAE626: *Glyptograptus austrodentatus* Harris et Keble, *G. austrodentatus sinanensis* Mu (sp. nov.), *Pseudoclimacograptus* sp., *Tetragraptus bigsbyi* (Hall).
AAE625: *Dichograptus tenuis guizhouensis* Mu et al., *D. cf. törnquisti* Ruedemann, *Herrmannograptus* sp..
AAE624a: *Tetragraptus amii* Lapworth.
AAE624: *Didymograptus oscillatoris* Monsen, *D. nicholsoni apartus* Monsen, *D. cf. stamineus* Chen.
AAE619: *Azygograptus suecicus* Moberg, *A. undulatus* Chen et Xia.
AAE610: *Didymograptus adamantinus* T. S. Hall, *D. stamineus* Chen (sp. nov.), *D. saukros* Ni (sp. nov.).

上列剖面 AAE626 属于 *Glyptograptus austrodentatus* 带, AAE625-624 属于 *Didymograptus nexus* 带, AAE619 属于 *Azygograptus suecicus* 带, AAE610a 属于 *Didymograptus filiformis* 带。

这些笔石带都属于湄潭组。这里不仅“中灰岩”无笔石, 相当于 *Didymograptus deflexus* 带的层位也未见笔石。

9. 贵州沿河甘溪剖面的笔石 (1972 年穆恩之、朱兆玲、陈均远、戎嘉余、王德有采)

- ACC82b: *Glyptograptus austrodentatus* Harris et Keble.
ACC82a: *Didymograptus extensus linearis* Monsen.
ACC79(= ACC76c): *Azygograptus suecicus* Moberg.
ACC78: *Phyllograptus ilicifolius* Hall, *P. regularis lanceolatus* Ge (var. nov.), *P. rotundatus* Monsen.
ACC77: *Didymograptus inflexus* Chen et Xia (sp. nov.), *D. parvus* Chen et Xia (sp. nov.), *D. nicholsoni* Lapworth, *D. scanicus* Tjernvik, *Phyllograptus ampullaceus* Ge (sp. nov.), *P. uniformis* Ge (sp. nov.).
ACC76: *Phyllograptus ampullaceus* Ge (sp. nov.).

ACC74: *Phyllograptus densus* Monsen.

ACC72: *Phyllograptus densus* Monsen, *P. densus epulentus* Monsen, *P. ilicifolius* Hall.

ACC70: *Clonograptus* sp. A.

ACC70b: *Didymograptus aequabilis* Chen et Xia (sp. nov.), *D. inflexus* Chen et Xia (sp. nov.), *D. scalenus* Lin (sp. nov.), *D. ensiensis* Ni (sp. nov.).

ACC66: *Acanthograptus distractus* Lin (sp. nov.), *Acanthograptus? prispinus* Lin (sp. nov.), *Dendrograptus parallelus* Lin (sp. nov.), *Thallograptus subtilis* Lin (sp. nov.).

上列剖面 ACC82b 属于 *Glyptograptus austrodentatus* 带(宁七), ACC82a 属于 *D. nexus* 带(宁六), ACC79 属于 *Azygograptus suecicus* 带(宁四), ACC78-70 属于 *D. deflexus* 带(宁三), ACC66 属于 *Acanthograptus sinensis* 带(新三)。

此处 *D. deflexus* 带中未见下垂对笔石, 但叶笔石较多, 下部属于 *Phyllograptus densus* 亚带, 上部属于 *P. uniformis* 亚带, 与城口剖面对比, 只是无 *D. sichuanensis* 及 *D. protobifidus* 等下垂对笔石, 此其特点。

10. 贵州三都大塘剖面的笔石 (1963 年陈旭、林尧坤、王俊庚采)

AAE518: *Didymograptus deflexus* Elles et Wood.

AAE515: *Didymograptus filiformis* Tullberg.

AAE514: *Dictyonema sanduensis* Lin (sp. nov.), *Didymograptus filiformis* Tullberg. *Tetragraptus reclinatus* Elles et Wood, *T. minutus* Ge, *Dichograptus octobrachiatus* (Hall).

AAE513: *Dendrotubus sarcodactylicus* Lin (sp. nov.), *Didymograptus praenuntius* Törnquist.

AAE512: *Didymograptus cf. abnormis* Hsü, *D. sinensis* Lee et Chen, *D. praenuntius* Törnquist, *D. opimus* Monsen.

AAE511: *Tetragraptus quadribrachiatus* (Hall), *T. amii* Lapworth, *T. (Etagraptus) scandens* Ruedemann, *Didymograptus cf. bartrami* Bensen et Keble.

上列剖面为同高组, AAE518 属于 *Didymograptus deflexus* 带(宁三), AAE515-512 属于 *D. filiformis* 带(宁二), AAE511 属于 *T. (E.) approximatus* 带(宁一)。

最近穆恩之、朱兆玲、陈均远、戎嘉余、王德有将原同高组底部砂岩夹灰岩凸镜体的部分命名为五里关组。五里关组产 ACC8: *Ptilograptus flexus* Lin (sp. nov.), 相当 *Acanthograptus sinensis* 带, 属于“新三”。锅塘组相当南津关组, 其中笔石曾经李积金、陈旭(1962)描述。上部有 *Callograptus? taitzehoensis* Mu, 下部有 *Dictyonema flabelliforme sociale* Salter, *D. flabelliforme regolare* Lee et Chen, 称为 *D. flabelliforme* 带。属于新厂期“新一”。

综上所述, 西南地区下奥陶统可以建立下列笔石带或笔石层, 自上而下:

12. *Didymograptus murchisoni* 带 (N_9)

11. *D. cf. artus* 带 (N_8)

10. *Glyptograptus austrodentatus* 带 (N_7)

9. *G. sinodentatus* 带或 *D. nexus* 带 (N_6)

8. *D. cf. hirundo* (N_5)

7. *Azygograptus suecicus* 带 (N_4)

6. *D. deflexus* 带 (N_3)

c. *D. protobifidus*-*Phyllograptus uniformis* 亚带 (N_{3c})

b. *D. sichuanensis*-*P. densus* 亚带 (N_{3b})

a. *D. cobifidus* 亚带 (N_{3a})

5. *D. filiformis* 带 (N_2)

4. *Tetragraptus* (*Etagraptus*) *approximatus* 带 (N_1)
3. *Acanthograptus sinensis* 带 (X_3)
2. *Bryograptus tintinniformis* 带 (X_2)
1. *Dictyonema flabelliforme* 带 (X_1)

上列 12 个笔石带或笔石层中, *Didymograptus deflexus* 带根据下垂对笔石及叶笔石划分为 3 个亚带, 这些亚带可以作为地区性的笔石带。由于 *Dictyonema flabelliforme*, *Tetragraptus* (*E.*) *approximatus*, *Didymograptus filiformis*, *D. deflexus*, *Azygograptus suecicus*, *G. austrodentatus*, *Didymograptus murchisoni* 等笔石的出现, 与华南标准剖面易于对比。从岩性与生物群的变化来看, 西南地区下奥陶统的变化是很显著的。总的说来, 在东部碳酸盐成分较多, 头足类化石丰富。向西则粘土岩及碎屑岩成分增多, 碳酸盐成分逐渐减少, 头足类化石减少, 笔石增多, 而三叶虫、腕足类都是很丰富的。西南地区除边缘地区以外, 大体可以分为三大类型: (1) 东部以碳酸盐岩为主, 盛产头足类化石的类型可以宜昌为代表, 红花园组的顶界到“宁四” *Azygograptus suecicus* 带之底, 牯牛潭组的底界到“宁七” *Glyptograptus austrodentatus* 带的顶界。泥质较多的大湾组, 其范围包括“宁四”到“宁七”。(2) 西部以碎屑岩为主, 头足类较少, 笔石较多。这种类型可以长宁为代表, 这里只万卷书组底部相当“新一”有少许碳酸盐岩层。相当牯牛潭的大沙坝组为泥岩夹少许钙质结核, 而红花园组则全为泥岩所代替。(3) 上述两种类型之间的中间类型, 以中部地区贵州桐梓作代表。此处红花园组变薄了, 顶界下移, 只相当“宁一”; 同时, 牯牛潭组也变薄了, 其底界上移, 可能只相当“宁九”或一部分“宁

表 1 西南地区下奥陶统笔石带与其它地区笔石带的对比

时代	西 南 地 区	皖南、浙西、赣东北	赣西、粤中、湘东南
奥陶世	宁九(N_9) <i>Didymograptus murchisoni</i> 带	<i>Pterograptus elegans</i> 带	<i>Pterograptus elegans</i> 带
	宁八(N_8) <i>Didymograptus cf. artus</i> 带	<i>Amplexograptus</i> { <i>N. fasciculatus</i> 亚带 <i>confertus</i> 带 } <i>D. ellesae</i> 亚带	<i>Amplexograptus confertus</i> 带
	宁七(N_7) <i>Glyptograptus austrodentatus</i> 带	<i>Glyptograptus austrodentatus</i> 带	<i>Glyptograptus austrodentatus</i>
	宁六(N_6) <i>Glyptograptus sinodentatus</i> 带 或 <i>Didymograptus nexus</i> 带	<i>Cardiograptus amplius</i> 带	<i>Cardiograptus amplius</i> 带
	宁五(N_5) <i>Didymograptus cf. hirundo</i>		<i>Oncograptus</i> 带
	宁四(N_4) <i>Azygograptus suecicus</i> 带	<i>Azygograptus suecicus</i> - <i>Didymograptus abnormis</i> 带	<i>Didymograptus abnormis</i> 带
	宁三(N_3) { N_{3c} <i>D. protobifidus</i> - <i>P. uniformis</i> 亚带 <i>Didymograptus deflexus</i> 带 { N_{3b} <i>D. sichuanensis</i> - <i>P. densus</i> 亚带 N_{3a} <i>D. eobifidus</i> 亚带	<i>Didymograptus deflexus</i> var.	<i>Didymograptus "protobifidus"</i> 带
	宁二(N_2) <i>Didymograptus filiformis</i> 带	<i>Didymograptus filiformis</i> 带	<i>Tetragraptus fruticosus</i> 带
	宁一(N_1) <i>T. (Etagraptus) approximatus</i> 带	<i>T. (Etagraptus) approximatus</i> 带	<i>T. (Etagraptus) approximatus</i> 带
	新三(X_3) <i>Acanthograptus sinensis</i> 带	<i>Adelograptus</i> - <i>Clonograptus</i> 带	<i>Adelograptus</i> - <i>Clonograptus</i> 带
新厂期	新二(X_2) <i>Bryograptus tintinniformis</i> 带	<i>Clonograptus tenellus</i> 带	<i>Aletograptus</i> - <i>Triograptus</i> 带
	新一(X_1) <i>Dictyonema flabelliforme</i> 带	<i>Staurograptus</i> - <i>Anisograptus</i> 带	<i>Staurograptus</i> - <i>Anisograptus</i> 带

表 2 中国下奥陶统笔石带与其他各国笔石带的对比

中 国			澳 大 利 亚		美 国	英 国	下 奥 陶 统	
华 南 区		华 中——西南区						
上	宁九(N ₉) <i>Pterograptus elegans</i>	<i>Didymograptus murchisoni</i>	Middle Ordovician	<i>Pterograptus lyricus</i>	Marmor	<i>Glyptograptus cf. teretiusculus</i>	<i>Didymograptus murchisoni</i>	兰威恩(Llanvirnian)
	宁八(N ₈) <i>Amplexograptus confertus</i> b. <i>N. fasciculatus</i> a. <i>D. ellesae</i>	<i>Didymograptus cf. artus</i>		<i>Diplograptus decoratus</i> <i>Glyptograptus intensus</i>		<i>Paraglossograptus etheridgei</i>	<i>Didymograptus "bifidus"</i>	
	宁七(N ₇) <i>Glyptograptus austrodentatus</i>	<i>Glyptograptus austrodentatus</i>		<i>Glyptograptus austrodentatus</i>				
中	宁六(N ₆) <i>Cardiograptus amplus</i>	<i>Glyptograptus sinodentatus/D. nexis</i>	Yapcan	<i>Cardiograptus</i>	Champlanian		<i>Didymograptus hirundo</i>	
	宁五(N ₅) <i>Oncograptus</i>	<i>Didymograptus cf. hirundo</i>		<i>Oncograptus</i>		<i>Isograptus caduceus</i>		阿伦尼格(Arenigian)
	宁四(N ₄) <i>Didymograptus abnormis</i>	<i>Axyograptus suecicus</i>	Bendigo-Chewton-Castlemaine	<i>Isograptus caduceus</i>	Whitecock	<i>Didymograptus bifidus</i>	<i>Isograptus gibberulus</i>	
		<i>Didymograptus deflexus</i>		<i>Didymograptus balticus</i>			<i>Didymograptus nitidus</i>	
下	宁三(N ₃) <i>Didymograptus "protobifidus"</i>	c. <i>D. protobifidus</i> - <i>P. uniformis</i> b. <i>D. sichuanensis</i> - <i>P. densus</i> a. <i>D. eobifidus</i>		<i>Didymograptus protobifidus</i>		<i>Didymograptus protobifidus</i>	<i>Didymograptus deflexus</i>	
	宁二(N ₂) <i>Tetragraptus fruticosus</i>	<i>Didymograptus filiformis</i>	Canadian	<i>Tetragraptus fruticosus</i>		<i>Tetragraptus fruticosus</i>	(缺)	
	宁一(N ₁) <i>T. (Etagraptus) approximatus</i>	<i>T. (E.) approximatus</i>		<i>T. (E.) approximatus</i>		<i>T. (E.) approximatus</i>		
	新三(X ₃) <i>Adelograptus-Clonograptus</i>	<i>Acanthograptus sinensis</i>		<i>Adelograptus-Clonograptus</i>		<i>Adelograptus-Clonograptus</i>		
新厂期	新二(X ₂) <i>Aletograptus-Triograptus</i>	<i>Bryograptus tininniformis</i>	Lancetfield				<i>Bryograptus</i>	特马豆克(Tremadocian)
	新一(X ₁) <i>Staurograptus-Anisograptus</i>	<i>Dictyonema flabelliforme</i>		<i>Staurograptus</i>		<i>Staurograptus-Dictyonema</i>	<i>Dictyonema flabelliforme</i>	

八”，其下部可能为含 *G. intersitus* 的页岩所代替。

上述笔石带的对比，最重要的是澄清了西南地区宁国“期”上、下两层下垂对笔石的层位问题。过去有关西南地区下垂对笔石的记载，如 *Didymograptus bifidus*, *Didymograptus murchisoni* 等，都与英国兰威恩的下垂对笔石作对比，也就是说，都看作上层下垂对笔石（许杰，1934；张鸣韶、盛莘夫，1958；卢衍豪，1959；穆恩之，1959）。1963年张文堂等和汪啸风等在黔北调查时发现这些下垂对笔石在 *D. deflexus* 之下，当时统称为 *D. “protobifidus”*。从许杰（1934）和本文所描述的材料看来，鄂西、川北、滇东北、黔北都有 *D. bifidus*，但不是上层下垂对笔石，而是下层下垂对笔石。除了遵义十字铺乐森浔所采、孙云铸鉴定的 *D. murchisoni*，可能是上层下垂对笔石外（遵义十字铺公路旁无下层下垂对笔石的相当层位），截至目前为止，在西南地区也只有四川长宁有上层下垂对笔石出现。这两层下垂对笔石层位问题的澄清，不仅有助于解决中国下奥陶统的对比问题，也有助于世界各地下奥陶统的对比问题。最近盛莘夫（1974）在讨论中国奥陶系的划分与对比时，仍沿袭过去的概念，用英国很久以前的分层标准，将相当于宁国“期”中部（宁五到宁七）的大湾组中上部同宁国组上部属于宁八及宁九的所谓“牛上组”相对比，以致奥陶系下统和中统的界线在华中-西南地区划在“宁四”与“宁五”之间，而在华南区划在“宁七”与“宁八”之间，相差很远。可见，地层对比错了，便失去分统的基础，这是要特别注意的。

西南地区下奥陶统的笔石带与国内几个主要地区下奥陶统的对比如表1所示。与英、美、澳大利亚诸国的笔石带的对比如表2所示。对于这个国际对比表，有几点需要说明：

（1）英国奥陶系发育不全，虽然用笔石带作标准，而几个所谓“阶”的标准剖面又多是介壳相的。因此，长期以来奥陶系的划分问题众说纷纭，六个“阶”的分界线变动频繁，莫衷一是。虽然1948年英国地质调查所建立了比较统一的标准，相对稳定一时，但是近十年来，通过对六个“阶”标准剖面的详细研究，又混乱起来。1972年威廉斯（Williams）等共同作了全面研究，确定了阿仑尼格阶之底为奥陶系之底（奥陶系不包括特马豆克阶），最低的笔石带为 *Didymograptus deflexus* 带（以前为 *D. extensus* 带的亚带）。英国缺少与我国“新三”及“宁一”、“宁二”相当的笔石带。

（2）澳大利亚的笔石带分得很详细，这里引用的是简化了的。原 *Glyptograptus teretiusculus* 带的下部包括相当“宁九”的 *Pterograptus lyricus* 带。

（3）美国的下垂对笔石是下层下垂对笔石，但长期来都把 *Didymograptus bifidus* 带与英国的 *D. “bifidus”* 带相对比。近年来，虽然不少人提出应比英国的 *D. “bifidus”* 带低，但至今还在争论。从我国的情况看来，美国的 *D. bifidus* 带与 *D. protobifidus* 带都是下层下垂对笔石。而英国的“*D. bifidus*”带为上层下垂对笔石，相差很远，不能对比。

三、西南地区早奥陶世笔石动物群的性质

西南地区早奥陶世笔石动物群的性质与岩性岩相有密切关系。新厂期的笔石稀少,是因为新厂期地层多白云岩及石灰岩的关系,底部及上部泥质层中出现树形笔石。“新一”以 *Dictyonema flabelliforme* 为代表,另有 *Dendrograptus*, *Callograptus*, *Radiograptus* 等。除 *D. flabelliforme* 是世界性的以外(但在澳大利亚尚未发现),其他都是地区性的。“新二”的笔石很少,在边缘地带贵州三都附近曾描述过 *Callograptus? taitzehoensis* Mu (李积金、陈旭, 1962),本文中描述了湖北巴东思阳桥南津关组上部(“新二”)的 *Bryograptus tintinniformis* Ge (sp. nov.), 可以作为西南地区“新二”笔石的代表。“新三”的笔石主要是 *Acanthograptus*, 其次是 *Dictyonema*, *Callograptus*, *Dendrograptus*, 大都是地区性的,除本文描述的以外,还有 *Dendrograptus hsui* Mu 等,也都是地区性很强的。总之,西南地区新厂期笔石动物群具有强烈的地区性,与华南区以正笔石式树形笔石反称笔石科为主的情况形成鲜明的对照。*D. flabelliforme* 及 *Bryograptus* 在欧洲出现较多,总的看来,西南地区新厂期的笔石群与欧洲特马豆克(Tremadoc)动物群是比较接近的。

西南地区宁国期早期(“宁一”到“宁四”)的笔石是很丰富的,尤其是“宁三”到“宁四”的笔石分布更为普遍。由于岩性关系,“宁一”笔石只在南部边缘过渡地带贵州的三都见到。*Tetragraptus (Etagraptus) approximatus* 等是世界性的。“宁二”的笔石在三都和黔北地区及四川长宁双河见到。*Didymograptus filiformis* 等是与欧洲共有的。与华南区以及澳大利亚、新西兰及北美的 *Tetragraptus fruticosus* 等成为鲜明的对照。“宁三”的笔石是很丰富的,以下曲对笔石与下垂对笔石为特征,大量叶笔石和 *Didymograptus deflexus* 等下曲对笔石为本区与欧洲所共有。叶笔石 *Phyllograptus densus* 等与北欧关系密切,而大量下垂对笔石(下层下垂对笔石)则显示与澳大利亚及北美的近似性质。“宁四”笔石也很丰富,以断笔石(*Azygograptus*)的大量出现为特征,也有不少叶笔石,与欧洲有明显的密切关系。澳大利亚、新西兰及北美迄今未发现真正的断笔石。

宁国期中期(“宁五”到“宁七”)的笔石在西南地区出现不多,尤其是“宁五”的笔石更少,正是大湾及湄潭的“中灰岩”的位置。“宁五”的笔石只在黔北及陕南见到 *Didymograptus cf. hirundo* 的个别标本。这个种是欧洲常见而澳大利亚与北美洲所无的。显示了与欧洲的密切关系。“宁六”的笔石比较多些,以平伸对笔石如 *D. nexus*, *D. nitidus* 等及双列的笔石出现为特征。新属鄂西笔石(*Exigraptus*)和原始的雕笔石 *Glyptograptus sinodentatus* 及其变种是比较普遍的。共生的还有 *Tetragraptus*, *Pseudotrigranograptus* 等。除了地区性的,就是世界性的。“宁七”的笔石以 *Glyptograptus austrodentatus* 为特征,另有 *Pseudobryograptus*, *Pseudoclimacograptus formosus* 等,和一些 *Glyptograptus* 的新种。这个动物群与华南区有许多共同之点。

宁国晚期(“宁八”及“宁九”)的笔石比较少见,除四川长宁双河外,只在陕南及黔北

零星出现。在长宁，“宁八”及“宁九”的下垂对笔石(上层对笔石)和“宁三”的下垂对笔石(下层对笔石)在同一剖面出现，这是世界罕见的。上层下垂对笔石被认为是所谓大西洋笔石动物群最突出的特点，在欧洲、北非、南美都是常见的。而在北美、澳大利亚东部和新西兰则迄今未见到。最近在澳大利亚西部发现 *D. artus* 与 *Nicholsonograptus* 等共生，属上层下垂对笔石。上层下垂对笔石与华南区的 *Sinograptus*, *Pterograptus* 等成了鲜明的对照。长宁的“宁八” *Didymograptus* cf. *artus* 带中 *Holmograptus* cf. *callotheca* 的出现也显示着与欧洲的密切关系。另外，还有不少地区性的雕笔石新种。在湘北本区南部边缘过渡地带出现 *Isograptus*, *Cardiograptus*, *Nicholsonograptus* 等。

总的看来，西南地区下奥陶统的笔石群与华南区有明显的差别，代表另一类型(华中型)，这个动物群除地区性的分子外，显示与所谓“大西洋动物群”有密切的关系。在向华南区的过渡地带，华中型分子与华南型分子常常共生。“宁四”与“宁九”最为明显。

笔石种群的分布与当时的古地理环境是密切相关的。笔石动物群的类型不同，是笔石动物以其各种不同生活方式适应各种不同生活环境进行分异的结果。因此，笔石的生态是决定笔石分区的主要因素。从我国华南区经过过渡区到华中-西南区笔石动物群的变化，可以看出它们是随含笔石地层的岩性、岩相以及与之共生的其他门类化石的不同而变化的。这种沉积环境是受大地构造的格局控制的。从华南到华中的变化与欧洲从西北边缘到南欧以及北非的变化是非常相似的。英国西北部和挪威西部边缘的笔石，即所谓“美洲区”属于华南型，英国东南部，中欧、南欧以及北非属于华中型，而中间地带如英国中部及北欧的所谓“波罗的海区”则属于华南型与华中型之间的过渡类型。

澳大利亚从东南向西北也是这样变化的。澳大利亚东南部和新西兰属于华南型，澳大利亚西部出现上层下垂对笔石 *Didymograptus artus* 与 *Nicholsonograptus*, *Amplexograptus* 等共生，属于华中区边缘的过渡类型。各种类型之间都是过渡的，没有明确的分界线。同时各种类型往往是交错出现，随地而异。说明奥陶纪笔石动物群的分布，基本上是各类笔石以其各种不同生活方式适应不同生活环境进行分异的结果。